

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-268170

(43)Date of publication of application : 15.10.1993

(51)Int.Cl.

H04B 10/24

G02B 26/02

(21)Application number : 04-062652

(71)Applicant : FUJIKURA LTD  
NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>  
SUZUKI GIKEN:KK

(22)Date of filing : 18.03.1992

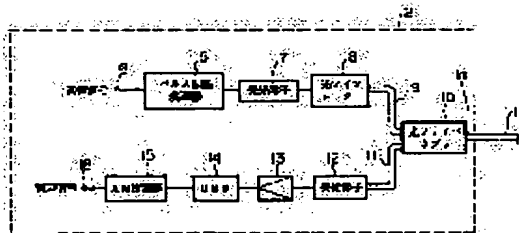
(72)Inventor : UNAMI YOSHIHARU  
SAKURAI KOICHI  
KUWAKI NOBUO  
YUMOTO GENMEI

## (54) OPTICAL FIBER COMMUNICATION EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent the degradation of the quality of a signal and the reduction in a dynamic range by eliminating the noise in a terminal station caused by returning light to a station in use.

**CONSTITUTION:** This equipment is provided with a pulse amplitude modulator 5 pulse-amplitude-modulating carrier pulses whose frequencies  $f_1$ ,  $f_2$  are different in response to voice signals by terminal stations 2, 3 and modulating the output light of a light emitting element 7 by the pulse amplitude modulation signal, an optical fiber coupler 10, a light receiving element 12 outputting an electric signal in response to the output optical pulse of the optical fiber coupler 10, an amplifier 13, BEFs 14, 18 eliminating signals whose frequency is  $f_1$  or  $f_2$  from the output signal of the amplifier 13, and an AM demodulator 15 demodulating the voice signal from the output signal of the BEFs 14, 18. An intermediate station 4 is provided with an external modulator 23 applying modulation to a light in the optical fiber in response to the voice signal, a light receiving element 24 outputting an electric signal in response to a leakage light from the bending part 1e of the optical fiber 1, an amplifier 25 and an LPF 26 passing the output signal of the amplifier 25.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	05.04.1996
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	07.03.2000

1. [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-268170

(43)公開日 平成5年(1993)10月15日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

H 0 4 B 10/24

**G 0 2 B 26/02**

**F 9226-2K**

8426-5K

H 0 4 B 9/ 00

**G**

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 8 頁)

(21)出題番号

特願平4-62652

(22) 出願日

平成4年(1992)3月18日

(71)出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(71)出願人 591044647

株式会社 スズキ技研

東京都江東区牡丹3丁目24番7号

(72) 堯明者 宇波 義春

千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式  
会社佐倉工場内

(74)代理人 弁理士 志賀 正武 (外2名)

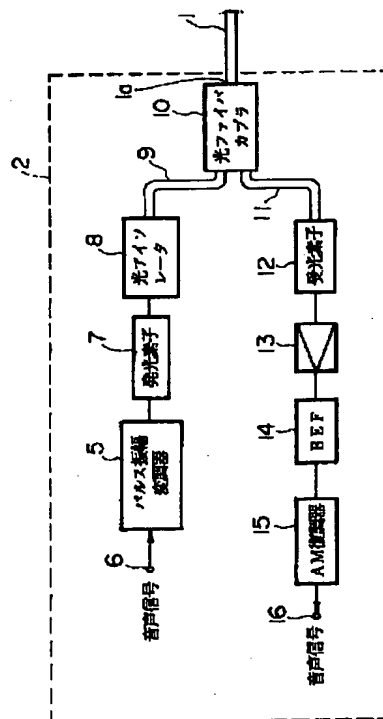
[最終頁に続く](#)

(54)【発明の名称】 光ファイバ通話装置

(57) 【要約】

【目的】 端局の自局への戻り光によるノイズを解消し、信号品質劣化、ダイナミックレンジ低下を防止する。

【構成】 端局 2, 3 は、音声信号に応じて各々異なる周波数  $f_1$ ,  $f_2$  のキャリアパルスを変調するパルス振幅変調器 1 と、そのパルス振幅変調信号により発光素子 7 の出力光を変調するパルス振幅変調器 5 と、光ファイバケーブル 10 と、光ファイバケーブル 10 の出力光パルスに応じた電気信号を出力する受光素子 12, 増幅器 13 と、増幅器 13 の出力信号から周波数  $f_1$  または  $f_2$  の信号を除去する B E F 14, 18 と、B E F 14, 18 の出力信号から音声信号を復調する A M 復調器 15 とを有する。中間局 4 は、光ファイバ中の光に対し音声信号に応じて変調を加える外部変調器 23 と、光ファイバ 1 の曲げ部 1e からの漏洩光に応じた電気信号を出力する受光素子 24, 増幅器 25 と、増幅器 25 の出力信号を通過させる L P F 26 とを有する。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 光ファイバの2つの端面のそれぞれから光パルスを入出力して通話を行う第1および第2の端局と、前記光ファイバの任意の中間位置において前記光ファイバ中を伝搬している光パルスに外部より変調を加えて通話を行う少なくとも1つの中間局とからなる光ファイバ通話装置において、

前記第1および第2の端局はそれぞれ、所定波長の光を出力する発光手段と、音声信号に応じて所定周波数のキャリアパルスをパルス振幅変調してパルス振幅変調信号を出力し、そのパルス振幅変調信号により前記発光手段の出力光を直接変調するパルス振幅変調手段と、変調されて前記発光手段から出力された光パルスを前記光ファイバの端面から入射するとともに、前記光ファイバの端面から前記光ファイバ中を伝搬された光パルスを入射して出力する光ファイバカプラと、該光ファイバカプラから出力される光パルスを入射してその光パルスに応じた電気信号を出力する第1の光-電気変換手段と、該第1の光-電気変換手段の出力信号から前記所定周波数の信号を除去する帯域除去フィルタと、該帯域除去フィルタの出力信号から音声信号を復調する復調手段とを具備するとともに、前記第1および第2の端局のそれぞれのパルス振幅変調手段で用いられる前記キャリアパルスの周波数を互いに異なる周波数に設定され、前記中間局は、前記光ファイバ中を伝搬している光パルスに対し音声信号に応じて外部より光強度変調を加える外部変調手段と、前記光ファイバの曲げ部からの漏洩光を入射してその光に応じた電気信号を出力する第2の光-電気変換手段と、該第2の光-電気変換手段の出力信号のうち音声帯域以下の周波数の信号を通過させるローパスフィルタとを具備することを特徴とする光ファイバ通話装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** この発明は、伝送線路として光ファイバを使用し、かつ、その光ファイバを切断せずに通話を行う光ファイバ通話装置に関し、特に、光ファイバの布設工事や保守点検時などの打ち合わせ手段として利用される光ファイバ通話装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 光ファイバを伝送線路として使用する場合、通常、光信号の送受は、光ファイバの端面を切断し、その端面から光信号の入出力が行われる光ファイバ端面入射方式・端面受光方式によっており、発光素子の駆動電流に直接変調を加える直接変調方式を利用してい

る。

**【0003】**ところが、この方式では、敷設された光ファイバの途中に一方の局を設置するとき、その設置場所で光ファイバを切断しなければならず、その場所から先の部分に敷設されている光ファイバを利用できないとか、あるいは、光ファイバの敷設範囲で設置場所を移動させることが簡単でないなどの問題がある。

**【0004】**そこで、最近、光ファイバ中を伝搬している光に外部より変調を加える外部変調方式を利用し、光ファイバを切断せずに通話を可能とする方式が検討されている。その方式としては、光ファイバに歪を加え、偏波特性の変化を利用するものや、光ファイバに曲げを加えて損失を発生させ、曲げ径を変化させることにより強度変調を得るものがある。後者の一例として、特願平3-20027号や特願平3-143504号のそれぞれの願書に添付された明細書および図面に開示された方式がある。この方式は、光ファイバを切断することなく、1波長・1心双方向の通話を実現するものである。

**【0005】**

**【発明が解決しようとする課題】** しかしながら、上述した従来の光ファイバ通話装置においては、光ファイバの端面から光信号を入出力して通話を行う端局に自局の発光パワーが反射して戻り、自局の受光素子で受光されてしまうという欠点があった。この戻り光としては、線路中の光コネクタの反射や光ファイバのレーリ散乱光などがある。そして、これらの戻り光は、多点からの反射光であり、干渉や光源スペクトルのゆらぎ等が原因となつて、ノイズ成分として受光される。

**【0006】**この現象により、上述した従来の光ファイバ通話装置においては、信号品質の劣化やダイナミックレンジの低下を招くとともに、光ファイバの任意の中間位置において光ファイバ中を伝搬している光に外部より変調を加えて通話を行う中間局の外部変調器およびローカルディテクション回路の特性も損なわれてしまうという問題もあった。この発明は、このような背景の下になされたもので、中間局の外部変調手段およびローカルディテクション手段の特性を損なうことなく、端局の自局への戻り光によるノイズが解消され、信号品質の劣化やダイナミックレンジの低下が起らない光ファイバ通話装置を提供することを目的とする。

**【0007】**

**【課題を解決するための手段】** この発明は、光ファイバの2つの端面のそれぞれから光パルスを入出力して通話を行う第1および第2の端局と、前記光ファイバの任意の中間位置において前記光ファイバ中を伝搬している光パルスに外部より変調を加えて通話を行う少なくとも1つの中間局とからなる光ファイバ通話装置において、前記第1および第2の端局はそれぞれ、所定波長の光を出力する発光手段と、音声信号に応じて所定周波数のキャリアパルスをパルス振幅変調してパルス振幅変調信号を

出力し、そのパルス振幅変調信号により前記発光手段の出力光を直接変調するパルス振幅変調手段と、変調されて前記発光手段から出力された光パルスを前記光ファイバの端面から入射するとともに、前記光ファイバの端面から前記光ファイバ中を伝搬された光パルスを入射して出力する光ファイバカプラと、該光ファイバカプラから出力される光パルスを入射してその光パルスに応じた電気信号を出力する第1の光-電気変換手段と、該第1の光-電気変換手段の出力信号から前記所定周波数の信号を除去する帯域除去フィルタと、該帯域除去フィルタの出力信号から音声信号を復調する復調手段とを具備するとともに、前記第1および第2の端局のそれぞれのパルス振幅変調手段で用いられる前記キャリアパルスの周波数を互いに異なる周波数に設定され、前記中間局は、前記光ファイバ中を伝搬している光パルスに対し音声信号に応じて外部より光強度変調を加える外部変調手段と、前記光ファイバの曲げ部からの漏洩光を入射してその光に応じた電気信号を出力する第2の光-電気変換手段と、該第2の光-電気変換手段の出力信号のうち音声帯域以下の周波数の信号を通過させるローパスフィルタとを具備することを特徴としている。

#### 【0008】

【作用】この発明によれば、第1の端局において、パルス振幅変調手段がキャリアパルスを音声信号に応じてパルス振幅変調してパルス振幅変調信号を出力すると、パルス振幅変調信号によって発光手段の出力光が直接変調される。これにより、発光手段の出力光パルスは、光ファイバカプラを介して光ファイバの一方の端面から光ファイバに入射され、光ファイバ中を伝搬された後、光ファイバの他方の端面および第2の端局の光ファイバカプラを介して第1の光-電気変換手段に入射されるので、第1の光-電気変換手段からその光パルスに応じた電気信号が出力され、帯域除去フィルタにおいて、自局への戻り光の周波数成分が除去され、出力される。そして、復調手段は、帯域除去フィルタの出力信号から音声信号を復調する。

【0009】また、中間局において、光ファイバの曲げ部から漏洩された光は、第2の光-電気変換手段において、その光に応じた電気信号に変換された後、ローパスフィルタを通過して出力される。さらに、中間局において、外部変調手段が光ファイバ中を伝搬している光パルスに対し音声信号に応じて外部より光強度変調を加えると、外部変調が加えられた光パルスは、光ファイバ中を伝搬された後、第1または第2の端局の光ファイバの一方または他方の端面および光ファイバカプラを介して第1の光-電気変換手段に入射されるので、第1の光-電気変換手段からその光パルスに応じた電気信号が出力され、帯域除去フィルタにおいて、自局への戻り光の周波数成分が除去され、出力される。そして、復調手段は、帯域除去フィルタの出力信号から音声信号を復調する。

#### 【0010】

【実施例】以下、図面を参照して、この発明の一実施例について説明する。図1～図3はこの発明の一実施例による光ファイバ通話装置の構成を示すブロック図であり、これらの図において、図1は1.3 $\mu$ m用のシングルモードの光ファイバ1の端面1<sub>a</sub>から光パルスを入出力して通話を行う端局2の構成を示すブロック図、図2は光ファイバ1の端面1<sub>b</sub>から光パルスを入出力して通話を行う端局3の構成を示すブロック図、図3は光ファイバ1の任意の中間位置において光ファイバ1中を伝搬している光パルスに外部より変調を加えて通話を行う中間局4の構成を示すブロック図である。

【0011】まず、図1に示す端局2の構成について説明する。図1において、5はパルス振幅変調器であり、音声周波数より十分に高い周波数 $f_1$ のキャリアパルス（図4（a）参照）を、入力端子6から入力される音声信号（図4（b）参照）に応じてパルス振幅変調（PAM）してパルス振幅変調信号（図4（c）参照）を出力する。

【0012】7は1.55 $\mu$ mの波長の光を発光するレーザダイオード等からなる発光素子であり、パルス振幅変調信号により出力光が直接変調される。8は戻り光を阻止して発光素子7を保護するための光アイソレータ、9は光ファイバである。10は光ファイバカプラであり、光アイソレータ8から出力され、光ファイバ9中を伝搬された光パルスを入射して光ファイバ1中に導くとともに、光ファイバ1中を伝搬された光パルスを入射して光ファイバ11中に導く。

【0013】12はフォトダイオード等からなる受光素子であり、光ファイバ1中を伝搬された直接変調された光パルスを入射してその光パルスに応じた電流を出力する。13は受光素子12の出力電流を電圧に変換して増幅する増幅器、14は周波数 $f_1$ の信号を除去する帯域除去フィルタ（以下、BEFという）、15はBEF14の出力信号から音声信号を復調するAM復調器、16は音声信号が出力される出力端子である。

【0014】次に、図2に示す端局3の構成について説明する。図2に示す端局3においては、図1に示す端局2のパルス振幅変調器5が周波数 $f_1$ のキャリアパルスを音声信号に応じてパルス振幅変調してパルス振幅変調信号を出力するのに対して、そのパルス振幅変調器17が音声周波数より十分に高い周波数 $f_2$ のキャリアパルスを音声信号に応じてパルス振幅変調してパルス振幅変調信号を出力する点と、端局2のBEF14が周波数 $f_1$ の信号を除去するのに対して、そのBEF18が周波数 $f_2$ の信号を除去する点とが異なる以外は、その構成および動作が端局2と同様である。したがって、図2においては、図1の各部に対応する部分に同一の符号を付け、その説明を省略する。

【0015】次に、図3に示す中間局4の構成について

説明する。この図において、19は入力端子20から入力される音声信号を入力してスピーカ等からなる電磁式振動器21を駆動するドライバ、22は電磁式振動器21の対向する位置に設けられ、U字状に曲げられた光ファイバ1の一方の直線部1cを固定する固定板であり、電磁式振動器21は、音声信号に応じて振動してU字状に曲げられた光ファイバ1の他方の直線部1dを振動させ、光ファイバ1の曲げ径を可変する。これらのドライバ19、電磁式振動器21および固定板22は、光ファイバ1の曲げ径による損失変化を利用して光ファイバ1中を伝搬している光パルスに対し外部より光強度変調を加える外部変調器23を構成している。

【0016】24は大口径のフォトダイオード等からなる受光素子であり、U字状に曲げられた光ファイバ1の曲げ部1eからの漏洩光を入射してその光に応じた電流を出力する。25は受光素子24の出力電流を電圧に変換して増幅する増幅器、26は音声帯域以下の周波数の信号を通過させるローパスフィルタ（以下、LPFという）、27は音声信号が出力される出力端子である。そして、受光素子24、増幅器25およびLPF26は、ローカルディテクション回路28を構成している。

【0017】このような構成において、まず、端局2と端局3とが通話を行うには、図1に示す端局2において、通話者が図示せぬマイクロフォンに向かって発声する。これにより、マイクロフォンから音声に応じた音声信号（図4（b）参照）が出力され、入力端子6に供給される。これにより、パルス振幅変調器5が周波数 $f_1$ のキャリアパルス（図4（a）参照）を、音声信号に応じてパルス振幅変調してパルス振幅変調信号（図4（c）参照）を出力するので、パルス振幅変調信号によって発光素子7の出力光が直接変調される。

【0018】次に、発光素子7の出力光は、光アイソレータ8、光ファイバ9および光ファイバカブラ10を介して端面1aから光ファイバ1に入射され、光ファイバ1中を伝搬された後、図3に示す中間局4内のU字状に曲げられた光ファイバ1の曲げ部1eを経て図2に示す端局3の光ファイバ1の端面1bおよび光ファイバカブラ10を介して光ファイバ11中に導かれる。

【0019】これにより、光ファイバ11中を伝搬された光は、受光素子12に入射されるので、受光素子12からその光に応じた電流が出力される。次に、受光素子12の出力電流は、増幅器13において、電圧に変換されて増幅され、BEF18において、自局への戻り光の周波数成分 $f_2$ が除去され、出力される。そして、AM復調器15は、BEF18の出力信号から音声信号を復調して出力端子16から出力する。なお、図2に示す端局3の入力端子6から入力された音声信号が、端局3において処理され、光ファイバ1中を伝搬された後、図1に示す端局2において処理され、出力端子16から出力される動作は、上述した動作と同様であるので、その説

明を省略する。

【0020】次に、端局2と中間局4とが通話を行う場合について説明する。まず、端局2から中間局4に通話するには、図1に示す端局2において、通話者が図示せぬマイクロフォンに向かって発声する。これにより、マイクロフォンから音声に応じた音声信号が出力され、入力端子6に供給される。これにより、パルス振幅変調器5が周波数 $f_1$ のキャリアパルスを、音声信号に応じてパルス振幅変調してパルス振幅変調信号を出力するので、パルス振幅変調信号によって発光素子7の出力光が直接変調される。

【0021】次に、発光素子7の出力光は、光アイソレータ8、光ファイバ9および光ファイバカブラ10を介して端面1aから光ファイバ1に入射され、光ファイバ1中を伝搬された後、その一部が図3に示す中間局4において、U字状に曲げられた光ファイバ1の曲げ部1eから漏洩される。これにより、U字状に曲げられた光ファイバ1の曲げ部1eから漏洩された光は、受光素子24に入射されるので、受光素子25からその光に応じた電流が出力される。次に、受光素子24の出力電流は、増幅器25において、電圧に変換されて増幅された後、LPF26を通過して出力端子27から出力される。

【0022】次に、中間局4から端局2に通話するには、図3に示す中間局4において、通話者が図示せぬマイクロフォンに向かって発声する。これにより、マイクロフォンから音声に応じた音声信号が出力され、入力端子20に供給される。これにより、ドライバ19が音声信号を入力して電磁式振動器21を駆動させるので、U字状に曲げられた光ファイバ1の直線部1dが振動して光ファイバ1の曲げ径が可変される。したがって、光ファイバ1中を伝搬している光パルスに対し損失変化による光強度変調が加えられ、パルス振幅変調される。なお、光ファイバ1中を伝搬している光パルスに対し損失変化による外部変調を加えた場合の変調波形が、パルス振幅変調となる原理については公知であるので、その説明を省略する。

【0023】そして、中間局4において外部変調が加えられた光パルスは、光ファイバ1中を伝搬された後、図1に示す端局2の光ファイバ1の端面1aおよび光ファイバカブラ10を介して光ファイバ11中に導かれる。これにより、光ファイバ11中を伝搬された光は、受光素子12に入射されるので、受光素子12からその光に応じた電流が出力される。次に、受光素子12の出力電流は、増幅器13において、電圧に変換されて増幅され、BEF18において、自局への戻り光の周波数成分 $f_2$ が除去され、出力される。そして、AM復調器15は、BEF18の出力信号から音声信号を復調して出力端子16から出力する。

【0024】以上説明したように、端局2および3においては、光ファイバカブラ10を使用して光パルスの入

出力を光ファイバの端面1aおよび1bから行うので、発光素子10の出力光に直接変調を加えることができるとともに、高速応答可能な受光素子12が使用可能であり、受信可能な周波数帯域は広く、かなり高い周波数の光パルスにまで対応することができる。

【0025】また、端局2および3においては、音声周波数より充分に高く、かつ、それぞれで異なる周波数 $f_1$ および $f_2$ のパルスをキャリアパルスとして用いて発光素子7の出力光をパルス振幅変調し、自局への戻り光の周波数成分をBEF14および18で除去しているため、自局において発生する戻り光によるノイズを防止することができる。なお、端局2および3において、光アイソレータ8は必ずしも必要ではないが、上述した一実施例のように、発光素子7として、レーザダイオード等の戻り光が自身の特性に悪影響を与えるものを使用する場合には、必要である。

【0026】いっぽう、中間局4は、曲げ径による損失変化を利用した外部変調器23と、光ファイバ1の曲げ部1eから漏洩する光パルスを受光するローカルディテクション回路28とによって構成されている。このような構成においては、一般的に、変調・復調ともに帯域が狭く(2kHz程度)、音声を送信する場合でも、ベースバンド伝送が限界である。というのは、光ファイバ1の曲げ径変化を利用して外部変調を行うのに電磁式振動器21を用いるとともに、ローカルディテクション回路28の受光素子に受光効率を上げるために大口径の受光素子24を用いているからである。しかしながら、端局2および3の発光素子7の出力光を変調する変調器として、パルス振幅変調器17を採用したので、中間局4においてLPF26を使用するだけで、端局2および3から送信された音声信号を受信することができる。

【0027】これにより、端局2および3において直接変調によりパルス振幅変調された光パルスと、中間局4において外部変調によりパルス振幅変調された光パルスとが、端局2および3においてはAM復調され、中間局4においてはベースバンドで受信されるのである。

【0028】ところで、上述した一実施例においては、発光素子7の出力光の変調方式としてパルス振幅変調方式を使用しているため、通常の振幅変調方式とは異なり、受信信号にキャリアパルスのハーモニックが生じる。このハーモニックは、通常、2つのキャリアパルスのそれぞれの周波数 $f_1$ および $f_2$ の整数倍で生じるために、これを除去するには、BEFが有利であり、キャリアパルスの周波数 $f_1$ および $f_2$ は、それぞれのハーモニックをBEFで除去できることを考慮して選択される必要がある。したがって、上述した一実施例による光ファイバ通話装置を実現する上では、キャリアパルスの周波数 $f_1$ および $f_2$ の選択とともに、BEFの特性等が装置の性能や特性に非常に重要な影響を与えることになる。

【0029】さて、上述したように、端局2および3の

受光素子12の受信可能な周波数帯域は広いが、受信される光パルスの周波数が高くなればなるほど、伝送装置としてのダイナミックレンジは小さくなるので、キャリアパルスの周波数 $f_1$ および $f_2$ のそれぞれの周波数が大幅に異なってしまうと、端局2および3のそれぞれのダイナミックレンジに大きな差が生じてしまう。

【0030】もっとも、光ファイバ通話装置のシステムマージンが大きなダイナミックレンジの差を許容するのであれば、上述したハーモニックのレベルがシステム構成上問題にならなくなるように、キャリアパルスの周波数 $f_1$ および $f_2$ の周波数差を大きくすれば、BEF14および18の実現は容易になる。しかしながら、通常は、ダイナミックレンジを有効に利用できるように、キャリアパルスの周波数 $f_1$ と $f_2$ との差を小さく設定する。

【0031】今、仮に、 $f_1 < f_2$ と設定する。また、パルス振幅変調器17から出力される光パルスの変調波形と、受光素子12に入射される光パルスの受光波形とがともに理想的なデューティ比50%のパルスであるとする。偶数次のハーモニックは原理的にゼロのはずであるので、図5に示すように、たとえば、 $f_2 = 2f_1$ と設定して、周波数 $f_1$ および $3f_1$ の信号を除去するようなBEFを使用すればよい。また、たとえば、 $f_2 = 4f_1$ と設定して、BEFによって周波数 $3f_1$ および $5f_1$ の信号を除去することも可能である。

【0032】このように、変調波形と受光波形とがともに理想的なデューティ比50%のパルスである場合には、周波数が高次になればなるほど、周波数 $f_2$ および $f_1$ の2つのキャリアパルスのハーモニックの比が小さくなるため、BEFとしては設計しにくくなるが、その反面、高次のハーモニックほど、レベルが小さくなる。したがって、このような場合、これら2つの点に、上述したダイナミックレンジの問題を含めた形のトレードオフでキャリアパルスの周波数 $f_1$ と $f_2$ とを選択することになる。

【0033】しかしながら、実際には、光パルスの理想的な変調および受光はあり得ないので、偶数次のハーモニック、今の場合、周波数 $2f_1$ のハーモニックをゼロとすることはできない。したがって、キャリアパルスの周波数 $f_1$ および $f_2$ を設定する際に、 $f_2 = 2f_1$ と設定することは、周波数 $2f_1$ のハーモニックのレベルが問題にならない程度に小さい場合に適用することができる。

【0034】いっぽう、周波数 $2f_1$ のハーモニックのレベルが問題となるほど大きい場合には、図6に示すように、キャリアパルスの周波数 $f_2$ は、周波数 $f_1$ と $2f_1$ との中間点に設定することが必要となる。この場合は、 $f_2 = 3/2 f_1$ となる。ただし、周波数 $f_1$ の信号レベルに比べて周波数 $2f_1$ の信号レベルが小さくなるため、周波数 $f_2$ を周波数 $3/2 f_1$ と $2f_1$ との間に設



定することにより、B E Fの実現を容易にすることが可能である。また、周波数 $f_2$ を周波数 $2f_1$ と $5/2f_1$ との間に設定することも有効である。いずれにしても、キャリアパルスの周波数 $f_2$ を高次の周波数に設定する場合は、上述したトレードオフと同様なトレードオフとなる。

【0035】また、キャリアパルスの周波数 $f_1$ と $f_2$ との差は、中間局4のLPF26で除去され得る周波数となるように設定する必要がある。というのは、中間局4においては、周波数 $f_1$ および $f_2$ のパルス振幅変調の光パルスが同時に受信されるため、これらの光パルスの周波数差がうなりとして中間局4の音声信号の受信に悪影響をもたらすからである。

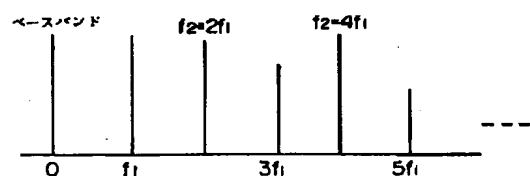
【0036】ここで、上述した一実施例において、伝送される信号を帯域2kHzの音声信号とし、パルス幅変調器5のキャリアパルスの周波数をそれぞれ周波数 $f_1 = 100/3\text{kHz}$ および $f_2 = 50\text{kHz}$ と設定した場合、端局3および3のそれぞれのB E F 14およびB E F 18には、図7に示す特性を有するものを使用する。図7において、曲線aはB E F 14の特性、曲線bはB E F 18の特性である。また、中間局4のLPF26には、カットオフ周波数が3kHzであるものを使用する。このような構成によれば、端局2および3並びに複数の中間局4の間で、戻り光のノイズの影響を受けることのない良好な同時通話を実現することができる。

【0037】

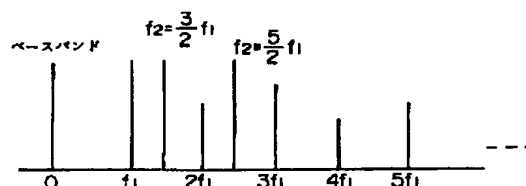
【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、中間局の外部変調手段と、第2の光-電気変換手段およびローパスフィルタからなるローカルディテクション手段とのそれぞれの特性を損なうことなく、端局の自局への戻り光によるノイズが解消されるという効果がある。したがって、信号品質の劣化やダイナミックレンジの低下が起こらない。これにより、光ファイバを切断することなく、光ファイバ1心・単一波長による音質の良好な複数点同時通話の実現可能となるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図5】



【図6】



【図1】この発明の一実施例による光ファイバ通話装置の端局2の構成を示すブロック図である。

【図2】この発明の一実施例による光ファイバ通話装置の端局3の構成を示すブロック図である。

【図3】この発明の一実施例による光ファイバ通話装置の中間局4の構成を示すブロック図である。

【図4】パルス振幅変調を説明するための図である。

【図5】周波数 $f_1$ および $f_2$ のキャリアパルスのハーモニックを説明するための図である。

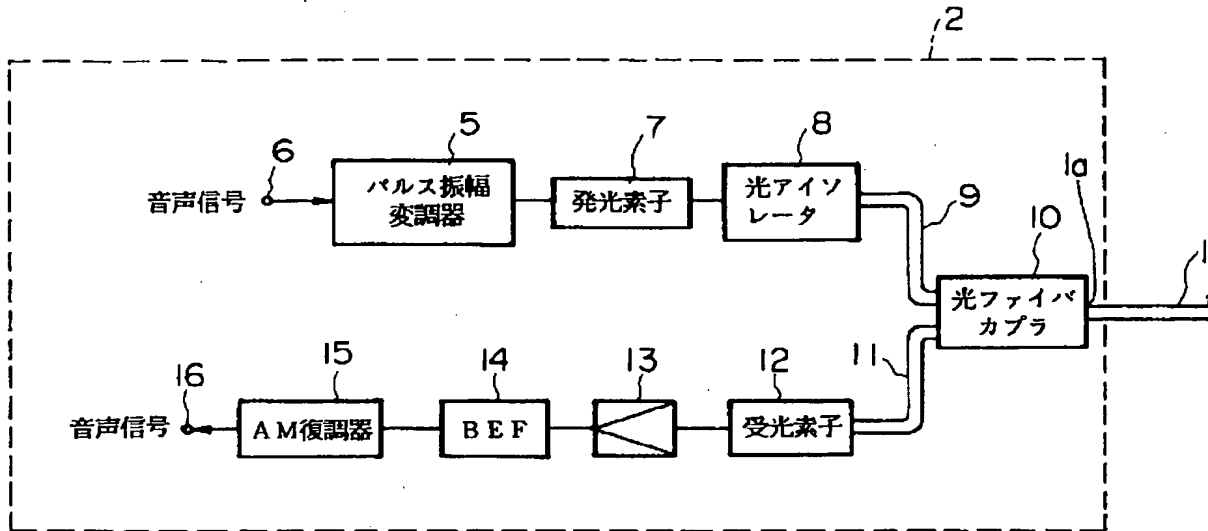
【図6】周波数 $f_1$ および $f_2$ のキャリアパルスのハーモニックを説明するための図である。

【図7】B E F 14および18の特性の一例を示す図である。

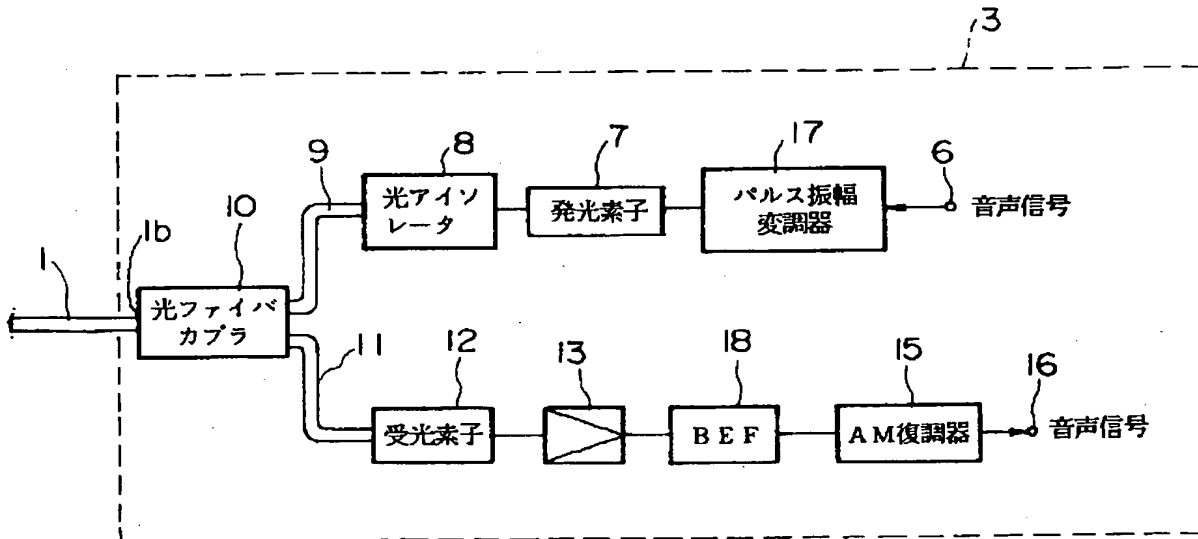
【符号の説明】

- 1, 9, 11 光ファイバ
- 1a, 1b 端面
- 1c, 1d 直線部
- 1e 曲げ部
- 2, 3 端局
- 4 中間局
- 5, 17 パルス振幅変調器
- 6, 20 入力端子
- 7 発光素子
- 8 光アイソレータ
- 10 光ファイバカプラ
- 12, 24 受光素子
- 13, 25 増幅器
- 14, 18 B E F
- 15 AM復調器
- 16, 27 出力端子
- 19 ドライバ
- 21 電磁式振動器
- 22 固定板
- 23 外部変調器
- 26 LPF
- 28 ローカルディテクション回路

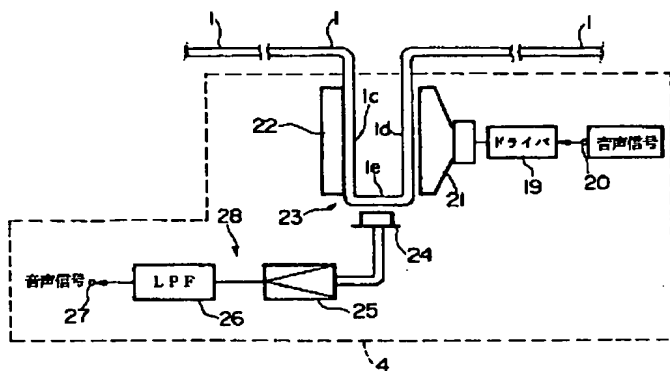
【図1】



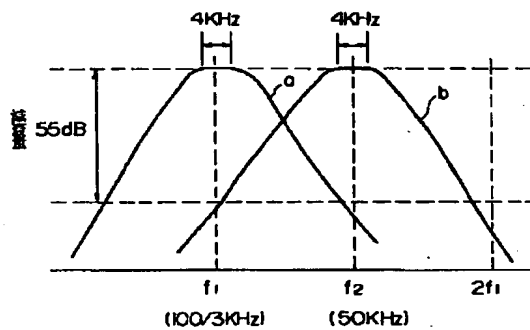
【図2】



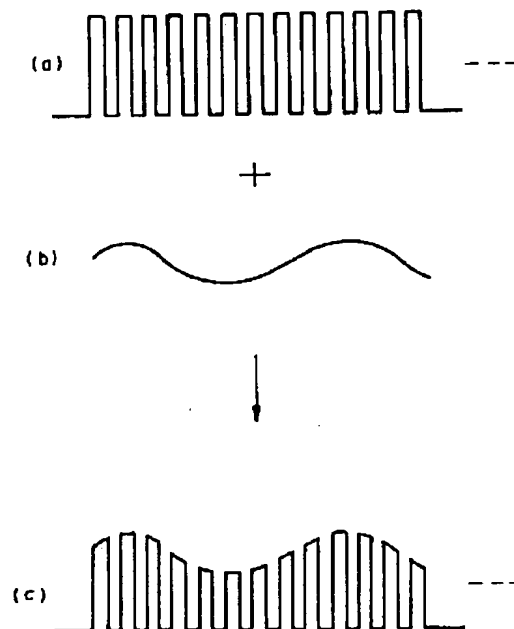
【図3】



【図7】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 桜井 浩一  
千葉県佐倉市六崎1440番地 藤倉電線株式  
会社佐倉工場内

(72)発明者 桑木 伸夫  
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日  
本電信電話株式会社内

(72)発明者 湯本 源明  
東京都江東区牡丹三丁目24番7号 株式会  
社スズキ技研内